

PAT-NO: JP410090727A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10090727 A
TITLE: LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT
PUBN-DATE: April 10, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKIGUCHI, YASUYUKI
KANEMOTO, AKIHIKO
TAKAHASHI, HIROYUKI
KAMEYAMA, KENJI
MATSUMOTO, FUMINAO
MIYAGAKI, KAZUYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

RICOH CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08263520
APPL-DATE: September 12, 1996

INT-CL (IPC): G02F001/137, G02F001/1335

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a reflection type liquid crystal display element with simple constitution without a floating feeling of a character capable of obtaining a wide view angle and high color purity when it is colored by constituting with a liquid crystal cell, an optical reflection member and a polarizing plate and specifying a ratio between the product between optical anisotropy and thickness of a liquid crystal and a central wavelength of

observational light.

SOLUTION: A liquid crystal layer 30 inserted between substrates 11, 12 is a cholesteric liquid crystal with positive dielectric anisotropy having a natural pitch of 1.1 times to twice of liquid crystal layer thickness, and the liquid crystal is switched between a first oriented state twisting molecules by nearly 360° ; in the thickness direction and a second oriented state with a twisted angle smaller than that by 360° ; between the upper/lower substrates by applying an electric field. A non-polarization canceling light reflection plate 51 is formed on a rear surface than the liquid crystal layer 30 for an observer, and the polarizing plate 42 is arranged in front of the liquid crystal layer 30 for the observer so that its absorption axis forms the angle of nearly 45° ; with the oriented direction of the liquid crystal on a substrate boundary surface. Then, the element is constituted so that the product between the optical anisotropy and thickness of the liquid crystal becomes nearly $1/4$ of the central wavelength of the observational light.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-90727

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) IntCl[°]

G 0 2 F 1/137
1/1335

識別記号

F I

G 0 2 F 1/137
1/1335

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-263520

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月12日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 滝口 康之

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 金本 明彦

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 高橋 裕幸

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74) 代理人 弁理士 友松 英爾 (外1名)

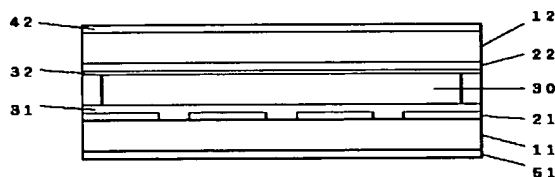
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 文字の浮遊感がなく、カラー化した時広い視野角で高い色純度が得られ、素子の構成が単純な反射型の液晶表示素子の提供。

【解決手段】 配向処理の方向が略平行で、基板界面での液晶の傾きが上下基板で略平行となるように配向処理の施された透明電極を有する一対の基板間に、液晶層厚の1.1倍から2倍の自然ピッチを有する誘電異方性が正のコレスティック液晶を挟持し、液晶分子が厚み方向に略360°ねじれた第一の配向状態と第一の状態よりねじれ角が360°小さい第二の配向状態の二つの配向状態を切り替えできる液晶セルと、液晶層より裏面に形成された非偏光解消性の光反射部材51と、液晶層より前面に配置され、その吸収軸が、基板界面での液晶の配向方向と略45°の角度を成すように配置された偏光板42とから構成され、液晶の光学異方性と厚さの積が観察光の中心波長の略1/4としたことを特徴とする液晶表示素子。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 配向処理の方向が略平行であって、基板界面での液晶の傾きが上下基板で略平行となるように配向処理の施された透明電極を有する一対の基板間に、液晶層厚の1.1倍から2倍の自然ピッチを有する誘電異方性が正のコレステリック液晶を挟持し、液晶分子が厚み方向に略360°ねじれた第一の配向状態と第一の状態よりねじれ角が360°小さい第二の配向状態の二つの配向状態を電界を印加することによって切り替えることのできる液晶セル(A)と、観察者に対して液晶層より裏面に形成された非偏光解消性の光反射部材(B)と、観察者に対して液晶層より前面に配置され、その吸収軸または吸収軸が、基板界面での液晶の配向方向と略45°の角度を成すように配置された偏光板(C)とから構成され、液晶の光学異方性と厚さの積が観察光の中心波長の略1/4としたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 配向処理の方向が略平行であって、基板界面での液晶の傾きが上下基板で略平行となるように配向処理の施された透明電極を有する一対の基板間に、液晶層厚の1.1倍から2倍の自然ピッチを有する誘電異方性が正のコレステリック液晶を挟持し、液晶分子が厚み方向に略360°ねじれた第一の配向状態と第一の状態よりねじれ角が360°小さい第二の配向状態の二つの配向状態を電界を印加することによって切り替えることのできる液晶セル(A)と、観察者に対して液晶層より裏面に形成された非偏光解消性の光反射部材(B)と、観察者に対して液晶層より前面に配置され、その吸収軸または吸収軸が、基板界面での液晶の配向方向と略45°の角度を成すように配置された偏光板(C)と、偏光板と液晶層の間に配置され、その遅相軸方向が液晶の配向方向と略直交するように配置された位相差板(D)から構成され、液晶の光学異方性と厚さの積および位相差板の光学異方性と厚さの積が観察光の中心波長の略1/4であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項3】 光反射層が液晶セルの観察者に対して反対側の基板内面に配置されたものである請求項1または2記載の液晶表示素子。

【請求項4】 透明電極に代えて光反射層を兼ねる画素電極を用いる請求項3記載の液晶表示素子。

【請求項5】 基板内面に画素電極に対応して配置されたモザイク状のカラーフィルターを有する請求項1、2、3または4記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、双安定性を有する反射型の液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来技術】コレステリック液晶を用いた双安定性の液晶表示素子が特公平1-51818には開示されてい

る。これは、自然ピッチを液晶層厚の略2倍としたコレステリック液晶を挟持し、液晶分子が厚み方向に略360°ねじれた状態（以降ツイスト状態と呼ぶ）とねじれていない状態（同ユニホーム状態と呼ぶ）との二つの安定配向状態を電界を印加することによって切り替えることのできる液晶セルと、該液晶セルを挟み込むようにして配置された一対の偏光板とから代表的には構成される。このような配置において、偏光板の透過軸を直交させ、ユニホーム状態の液晶の配向方向と偏光板の透過軸と45°程度ずらして配置すると、この状態では液晶層の複屈折色が観察されることになる。液晶の光学異方性を Δn 、液晶層の厚さを d としたとき、 $\Delta n d$ を270nm程度に設定することによりこの複屈折色をほぼ白色とすることができる。このときツイスト状態でも複屈折を生ずるがそのときの複屈折は比較的小さいため黒に近い色が得られる。このような構成において素子を反射型で構成するには裏面の偏光板の裏に光反射板を設けることが一般的である。しかしながら、このような構成では基板の厚みのために文字に浮遊感を生じてしまうという問題がある。さらに、モザイク状のカラーフィルターを設けてカラー表示を行わせる場合には、斜めから見た場合に視差によって混色を生じ、色純度が低下するという問題もある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来のコレステリック液晶を用いた反射型の双安定性液晶素子に見られる前記のような問題点を解決し、(1)文字の浮遊感がなく、(2)カラー化した場合に広い視野角で高い色純度が得られ、かつ素子の構成が単純な反射型の液晶表示素子を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、下記のような双安定性を有する反射型の液晶表示素子を提供することにより、前記の課題を解決することができた。本発明の液晶表示素子の第1は、配向処理の方向が略平行であって、基板界面での液晶の傾きが上下基板で略平行となるように配向処理の施された透明電極を有する一対の基板間に、液晶層厚の1.1倍から2倍の自然ピッチを有する誘電異方性が正のコレステリック液晶を挟持し、液晶分子が厚み方向に略360°ねじれた第一の配向状態と第一の状態よりねじれ角が360°小さい第二の配向状態の二つの配向状態を電界を印加することによって切り替えることのできる液晶セル(A)と、観察者に対して液晶層より裏面に形成された非偏光解消性の光反射部材(B)と、観察者に対して液晶層より前面に配置され、その吸収軸または吸収軸が、基板界面での液晶の配向方向と略45°の角度を成すように配置された偏光板(C)とから構成され、液晶の光学異方性と厚さの積が観察光の中心波長の略1/4としたことを特徴とする液晶表示素子にある。

【0005】本発明の液晶表示素子の第2は、配向処理の方向が略平行であって、基板界面での液晶の傾きが上下基板で略平行となるように配向処理の施された透明電極を有する一対の基板間に、液晶層厚の1.1倍から2倍の自然ピッチを有する誘電異方性が正のコレステリック液晶を挟持し、液晶分子が厚み方向に略360°ねじれた第一の配向状態と第一の状態よりねじれ角が360°小さい第二の配向状態の二つの配向状態を電界を印加することによって切り替えることのできる液晶セル

(A)と、観察者に対して液晶層より裏面に形成された非偏光解消性の光反射部材(B)と、観察者に対して液晶層より前面に配置され、その吸収軸または吸収軸が、基板界面での液晶の配向方向と略45°の角度を成すように配置された偏光板(C)と、偏光板と液晶層の間に配置され、その遅相軸方向が液晶の配向方向と略直交するように配置された位相差板(D)から構成され、液晶の光学異方性と厚さの積および位相差板の光学異方性と厚さの積が観察光の中心波長の略1/4であることを特徴とする液晶表示素子にある。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の液晶表示素子を発明の実施の形態に基づいて具体的に説明する。本発明の前記第1の液晶表示素子の1構成例を図1に示した。下基板11と上基板12間に液晶層30が挟持されている。21と22は液晶層に電圧を印加するための透明電極、31と32は液晶を配向させるための配向膜である。42は偏光板であり、51は光反射層である。ここで用いる液晶層は、液晶層厚の1.1倍から2倍の自然ピッチを有する誘電異方性が正のコレステリック液晶である。上下基板間で液晶は分子が厚み方向に略360°ねじれた第一の配向状態と第一の状態よりねじれ角が360°小さい第二の配向状態の二つの配向状態の間を電界を印加することによって切り替える。ここでいう略360°とは270°から450°の範囲を言う。

【0007】第一の配向状態が360°の場合について、液晶セル中における液晶の配向状態を模式的に図2に示した。Uはねじれない状態、Pは180°ねじれた状態、Tは360°ねじれた状態を表している。配向膜によって液晶は基板面からわずかに傾斜した方向に配向させられる。この傾斜角は2°から30°程度が好ましい。傾斜角が小さい場合には双安定動作が不安定になり良好なスイッチングが行えなくなる。また、傾斜角が大きすぎる場合には、ツイスト状態が不安定となり、メモリー性が低下するという問題を生ずる。この図の構成では、P状態の時に上下基板での液晶の傾きが略平行となるように構成されている。液晶の自然ピッチPは液晶層の厚さdの1.1倍から2倍の間に設定する必要がある。このような構成によって、180°ねじれは液晶のスプレイ変形を伴うために、弾性エネルギーが高くなり不安定となり、代わりにUのねじれない状態とTの3

60°ねじれた状態が安定となる。両配向状態は印加電圧の波形により切り替えることができる。液晶層の複屈折と膜厚の積 $\Delta n d$ は観察光の波長の略1/4であることが必要であり、具体的には、0.1 μm ~0.18 μm の範囲が好ましく、0.12 μm から0.16 μm の範囲がさらに好ましい。

【0008】本発明の液晶表示素子の偏光状態を模式的に図3に示した。照明光L1は偏光板42を通して直線偏光L2となって液晶セル90に入射する。421は偏光板の透過軸の方向を表す。このとき液晶の配向がU状態であり、かつ、入射偏光面と液晶の配向方向の成す角が略45°(35°~55°)であり、かつ液晶の $\Delta n d$ が上述の範囲であると、図3(a)に示すように液晶層を通過することによって光は円偏光L3となる。ここで、略45°とは35~55°の範囲を指し、好ましくは40~50°の範囲である。この円偏光L3は光反射層によって反射されL4、再度液晶層を通過することによって、入射光の偏光方向から偏光面が90°回転した直線偏光L5となって液晶層を出射する。この光は偏光板42によって吸収されるため、この状態で素子は黒く見える。図3(b)に示すように液晶層の液晶がT状態の時、液晶層を通過しても光の偏光状態はほとんど変化しないため、入射した直線偏光は偏光面を変えずに再度偏光板42に入射し直線偏光L5bとなって偏光板42を通過してL6として出射する。そのため、素子は白く観察される。

【0009】このように本発明の液晶表示素子は、偏光板と反射板をそれぞれ1枚用いることで表示を行わせることができ、従来の偏光板2枚と反射板を1枚用いる方式に比べて素子の構成を簡略化することができる。また、偏光板を1枚しか用いないために、偏光板による光の損失が少なく、より明るい表示を行わせることができる。本例では、反射層をセルの外側に構成した例を示したが、反射層はセルの内面に形成することもでき、この場合の素子構成を図4に示す。この構成の素子においては、構成がさらに簡略化できる上、液晶層と反射層の間の距離をなくすることができるため、文字の浮遊感をなくすことができ、特に好ましい。このような構成の場合、反射層そのものを画素電極に用いることもできる。この場合の素子構成を図4に示す。本例では、素子の構成がさらに簡略化できる上、液晶層と反射層の間の距離をなくすることができるため、文字の浮遊感をなくすことができ、特に好ましい。

【0010】前記図4に示す構成の液晶表示素子において、反射板(兼画素電極)に対応してモザイク状のカラーフィルター81を基板12の内側に設けたものである。

【0011】図5はモザイク状のカラーフィルター81をセルの内面に設けた例である。この構成の液晶表示素子においては、液晶層30とカラーフィルター81と反

射板(兼画素電極)51が隣接して配置されるため、斜めから見た場合の視差による色の混色が起こらず、良好な色純度が広い視角にわたって得られると言う利点を有する。

【0012】本発明の液晶表示素子に用いる反射板としては、入射偏光状態を変えないか、変化させたとしてもその変化の度合いが小さいものが好ましい。具体的には、入射直線偏光の強度に対する同じ方向の直線偏光の反射率が90%以上であることが好ましい。具体的には、アルミ等の平坦、もしくは入射偏光の偏光状態が上述の程度以内の変化を示すように表面に凹凸加工された金属膜を用いることができる。なお、平坦な金属膜を用いた場合には白状態の時に外の風景の写り込みが起こる場合がある。このような場合には、素子の前面に前方散乱性の膜を設けることによりこのような影響を大幅に低減することができる。

【0013】本発明の前記第二の液晶表示素子の1構成例を図6に示す。本構成例においては、偏光板42と液晶セルの間に位相差板71を配し、その遅相軸方向と液晶の配向方向とが略直交するように構成されている。ここでいう略直交とは両者の交角が $70^{\circ} \sim 110^{\circ}$ の範囲にあることを言う。このとき、液晶の光学異方性と厚さの積および位相差板の光学異方性と厚さの積をいずれも観察光の中心波長の略 $1/4$ 、より具体的には、 $0.1\mu\text{m} \sim 0.18\mu\text{m}$ の範囲が好ましく、より好ましくは $0.12\mu\text{m}$ から $0.16\mu\text{m}$ の範囲に設定する。

【0014】本構成例の液晶表示素子の偏光状態を模式的に図7に示す。照明光L11は上側の偏光板42を通過して直線偏光L12となって位相差板71に入射する。このとき、入射偏光面と位相差板71の遅相層軸の成す角が略 45° ($35^{\circ} \sim 55^{\circ}$)であり、かつ位相差板の $\Delta n d$ が前記の範囲であると、位相差板を通過することによって光は円偏光L12となり、液晶セル90に入射する。このとき液晶の配向がU状態であり、かつ、入射偏光面と液晶の配向方向の成す角が略 45° ($35^{\circ} \sim 55^{\circ}$)であり、かつ液晶の $\Delta n d$ が前記の範囲であると〔図7の(a)〕、液晶を透過した光は再度元の直線偏光L14に戻される。この光は反射層51で反射され、再度液晶層、位相差板71の順で通過する。この反射光にも前記の入射光と同様な偏光の変化を生じ、結局光の偏光状態は変わることなく偏光板42から出射する。従ってこのとき素子は白状態となる。一方、液晶層がT状態の時〔図7の(b)〕、位相差板71から出射した円偏光L13は液晶によって偏光状態をほとんど変えられることなく進行、反射され、再度位相差板71に入射する。この光は位相差板の複屈折によって偏光板42の偏光軸と直交した偏光面を有する直線偏光L17に変換されるので、偏光板42を通過することができず、このため素子は黒く観察される。このように、本構成においても第1の例と同様に白黒の表示が行えることとな

るが、U状態で白でT状態で黒と第一の例とは白黒が反転した表示とすることができる。

【0015】ここで用いる位相差板としては、ポリカーボネートやポリビニルアルコールなどの延伸フィルムや配向した高分子液晶膜、および、平行配向させた液晶セルなどを用いることができ、また、光反射板としては、前記のものを用いることができる。さらに、本構成例の液晶表示素子においても、前記第1の構成例の液晶表示素子と同様にカラーフィルターを設けてカラー表示を行わせることができる。

【0016】配向膜界面での液晶の配向は、基板面に対して液晶分子が $0.5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の範囲で傾斜配向したチルト配向が好ましい。このような配向は、ポリイミドやポリアミド、ポリビニルアルコールなどの高分子膜をラビングする方法や、金属酸化物を斜め蒸着する方法など従来公知の傾斜配向方法を用いることができる。

【0017】実施例1

電極幅が $300\mu\text{m}$ で電極間が $30\mu\text{m}$ のストライプ状の透明電極を有する 1.1mm 厚のガラス基板にポリイミド(日本合成ゴム製AL3046)を塗布し、ラビング処理を行った。同様の処理を行った別の基板と先の基板を配向処理面が対向し、電極が直交するようにシリカビーズスペーサーを介して重ね合わせ、基板間の空隙に液晶を注入した。液晶としては、メルク製のネマティック液晶ZLI3412-000($\Delta n = 0.079$)に右回りねじれを誘起するメルク製のキラルネマティック液晶S811を添加してピッチ(P)を調整した。液晶層の厚さ(d)はスペーサーの粒径により $1.7\mu\text{m}$ に調整した。d/Pの値は0.6とした。上下のラビングの方向は反平行となるように構成した。このセルの上部に偏光板をその透過軸がラビングの方向と 45° の角度を成すように配置し、セルの裏側にはアルミ反射板を設けた。この素子に電圧を印加してT状態とU状態の間でスイッチングさせたところ、それぞれ白と黒の表示が得られ、白状態の明るさは、反射型のツイステッドネマティック方式の液晶表示素子より明かった。

【0018】実施例2

実施例1において、下基板の透明電極の代わりに同様のパターン加工されたアルミ蒸着膜を用い、下側反射板を設けずに素子を作成した。この素子も実施例1と同様の良好な白黒表示が行えた上、実施例1では見られた斜めから見た場合の画像の浮き上がりは見られなかった。

【0019】実施例3

上基板として幅が $100\mu\text{m}$ でパターン間が $10\mu\text{m}$ の3色(赤、緑、青)のストライプ状のカラーフィルターを形成し、その上に透明電極を形成した基板を用い、他は実施例1と同様にして本発明になる液晶表示素子を作成した。この素子を動作させたところ、良好なカラー表示が行えた上、斜めから見た場合の視差による色の混色が起こらず、良好な色純度が広い視角にわたって得られ

た。

【0020】

【効果】本発明の液晶表示素子は、偏光板と反射板をそれぞれ1枚用いることで表示を行わせることができ、従来の偏光板2枚と反射板を1枚用いる方式に比べて素子の構成を簡略化することができる。また、偏光板を1枚しか用いないために、偏光板による光の損失が少なく、より明るい表示を行わせることができる。また、請求項3および請求項4の発明においては、反射層をセルの内面に形成した本発明の液晶表示素子では、前記効果に加えて反射層そのものを画素電極に用いるため、素子の構成をより簡略化および液晶層と反射層の間の距離をなくすることができるため、文字の浮遊感をなくすことができ、一層の高い表示品質が得られる。さらに請求項5の発明においては、液晶層とカラーフィルターと反射板が隣接して配置されるため、前記各効果に加えて、斜めから見た場合の視差による色の混色が起こらず、良好な色純度が広い視角にわたって得られると言う効果を有する。また、本発明になる液晶表示素子は高いコントラストを有するため、このようなカラーフィルターと組み合わせた場合にも良好な光のスイッチングが行え、そのため、素子の色純度を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示素子の第1の構成例を模式的に示した図である。

【図2】液晶セル中の液晶の配向状態を模式的に示した図である。

【図3】本発明の液晶表示素子の偏光状態を模式的に示した図である。

(a) 液晶表示素子が黒く見える状態の場合

(b) 液晶表示素子が白く見える状態の場合

【図4】光反射層を液晶セルの内側に配置し、画素電極が光反射層を兼ねる液晶表示素子の構成を示す図である。

【図5】図4の液晶表示素子において、画素電極に対応したカラーフィルターを配置した液晶表示素子の構成を示す図である。

【図6】本発明の液晶表示素子の第2の構成例を模式的

に示す図である。

【図7】図6に示す液晶表示素子の偏光状態を模式的に示す図である。

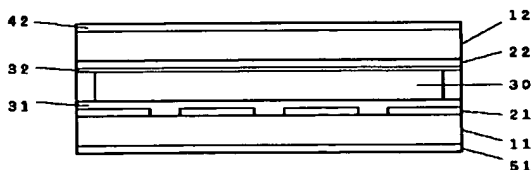
(a) 液晶表示素子が白く見える状態の場合

(b) 液晶表示素子が黒く見える状態の場合

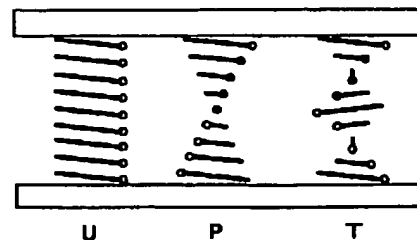
【符号の説明】

- 11 下基板
- 12 上基板
- 21 電極
- 22 電極
- 30 液晶層
- 31 配向層
- 32 配向層
- 42 偏光板
- 51 光反射板(兼画素電極)
- 71 位相差板
- 81 カラーフィルター
- 90 液晶セル
- 421 偏光板の透過軸方向
- L1 照明光
- L2 直線偏光
- L3 円偏光
- L4 円偏光の反射光
- L5 偏光面が90°回転した直線偏光
- L3b 直線偏光
- L4b 直線偏光
- L5b 直線偏光
- L11 照明光
- L12 直線偏光
- L13 円偏光
- L14 直線偏光
- L15 円偏光
- L16 円偏光
- L17 直線偏光
- U ねじれの無い状態
- P 180°ねじれた状態
- T 360°ねじれた状態

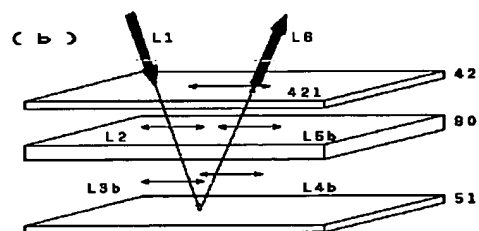
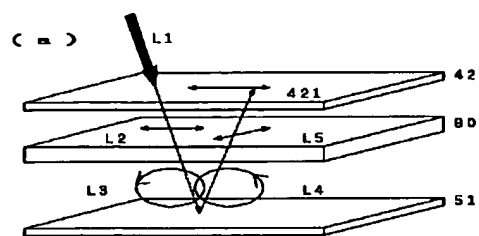
【図1】



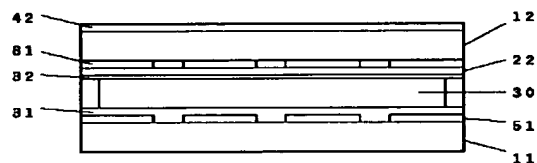
【図2】



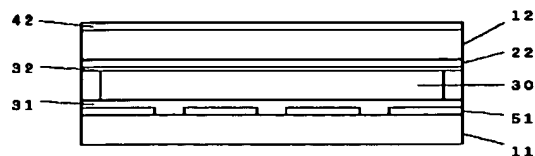
【図3】



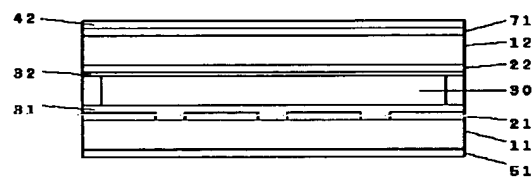
【図5】



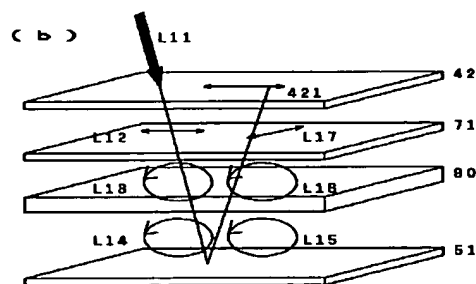
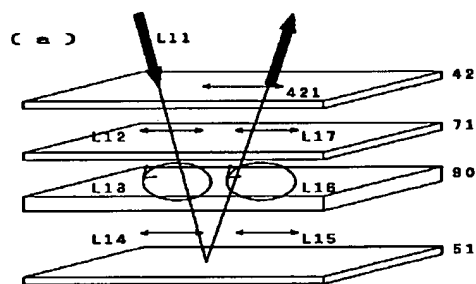
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 亀山 健司
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72)発明者 松本 文直
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72)発明者 宮垣 一也
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内